



در بازار، قصد داریم که امسال این محصول را وارد بازار پزشکی کشور کنیم.»

### ❖ دوزبایی برای پر تودهی

از بحث هیدروژل یا همان شفاژل مذکور که خارج می شویم، خانم دکتر برای ما از سایر اقداماتشان در این آزمایشگاه می گوید و این که این جا بار میکروبی محصولات اندازه گیری می شود و در این باره توضیح می دهد: «یعنی وقتی محصول برای پر تودهی می آید، به صورت تصادفی نمونه گیری شده و بار میکروبی محصول را تعیین می کنیم و براساس بار میکروبی دوز پر تودهی مورد نیاز برای محصول را تعیین کرده و به واحد پر تودهی اعلام می کنیم که این کار روزانه و معمول ماست.» از او در مورد نمونه کارهای صورت گرفته برای پر تودهی می پرسیم که او گیاهان دارویی و ادویه جات، دان مرغ، پروژه تصفیه پساب و یک سری از هیدروژل های بهداشتی و آرایشی که می تواند تسکین دهنده در دانه جمله میگرد باشند را مثال می زند. این آزمایشگاه به نظر مجهز و به روز می آمد و جالب توجه بود که گفته شد بسیاری از تجهیزات مورد استفاده در این مکان نیز ساخت کشور خودمان است. شهر یزد بیشترین و مهم ترین مرکز حضور زرتشتیان در کشور است و وجود چندین آتشکده در این شهر و استان نیز گواهی بر این مطلب است، اما حضور یکی از متخصصان جوان زرتشتی در کنار همکاران مسلمان در این آزمایشگاه جالب بود.

### ❖ بازدید از رود ترون بلژیکی

جای دیگری که در این مجموعه مورد بازدید ما قرار گرفت، سوله پر تودهی و تأسیسات دستگاه شتاب دهنده الکترون یا همان رود ترون بود. ابتدا به اتاق کنترل دستگاه رفتیم تا از مسئولش بپرسیم شتاب دهنده الکترون چیست و چه فرقی با شتاب دهنده پروتون در کرج دارد. او توضیح داد: «دستگاه رود ترون این جا بلژیکی است که در حال حاضر قیمت آن ۵۰ میلیون دلار است، هر چند ما همین قیمت گزاف هم به ما نمی فروشدند.» مسئول این دستگاه در مورد نحوه کار آن نیز می گوید: «ما با دستگاه شتاب دهنده الکترون، یک بیم الکترون در خلا ایجاد می کنیم و بعد انرژی آن را با شتاب بالا می بریم تا بتوانیم از آن استفاده کنیم. اگر الکترون انرژی نداشته باشد، نمی تواند در هوا کارایی داشته باشد. وقتی بیم را با الکترون گان تشکیل می دهیم، انرژی آن در حد ۵۰ کیلو الکترون ولت است که انرژی پایینی است. این الکترون وقتی تشکیل می شود، در داخل خلا است و کل سیستم ما هم در خلا است چون اگر الکترون در خلا نباشد، نمی تواند حرکت کند. این انرژی 50KEV (کیلو الکترون ولت) داخل محفظه شتاب می شود و ما استفاده از فرکانس RF به الکترون شتاب می دهیم. وقتی الکترون وارد می شود هسته ما مثبت است و پوسته منفی و الکترون هم منفی است که پوسته باعث دفع الکترون به سمت وسط می شود و هسته جذب می کند که همین عمل باعث انرژی گرفتن الکترون می گردد و از 50KEV به یک میلیون KEV یا یک MEV افزایش می یابد. با یک فعل و انفعالاتی که صورت می گیرد سرعت الکترون باز هم بیشتر می شود و به 10MEV هم می رسد. در این سرعت الکترون از دستگاه خارج و برای پر تودهی به سمت محصول می رود.» در هیجانی ترین قسمت توضیحات، مسئول این واحد پیشنهاد داد تا بقیه توضیحات را در کنار دستگاه بدهد که ما هم قبول کرده و به سمت اتاق رود ترون مذکور رفتیم. برای ورود به محوطه خطرناکی که امکان پر توگیری وجود داشت، درب فلزی توری مانندی قرار داده بودند که با باز شدن این درب سیستم قطع شده و کار پر تودهی متوقف می شد. پس از عبور از این درب فلزی، وارد راهرویی شدیم که دوطرفش را بتن مسلح پوشانده بود و به قول مسئول این قسمت، این واحد را به دژی مستحکم تبدیل کرده، زیرا بتن حفاظ اشعه ایکس است. اگر الکترون منحرف شود یا به ماده برخورد اشعه ایکس تولید می کند که بسیار



برای ورود به محوطه خطرناکی که امکان پر توگیری وجود داشت، درب فلزی توری مانندی قرار داده بودند که با باز شدن این درب سیستم قطع شده و کار پر تودهی متوقف می شد. پس از عبور از این درب فلزی، وارد راهرویی شدیم که دوطرفش را بتن مسلح پوشانده بود و به قول مسئول واحد یک متر ضخامت دیوار خود اتاق رود ترون و ۲ متر فضای راهرو و ۳ متر ضخامت بتن دیوار خارجی، این واحد را به دژی مستحکم تبدیل کرده، زیرا بتن حفاظ اشعه ایکس است.



چون محصول ما پلیمر است، عمل کراسلینگ صورت می گیرد یعنی محصول ما بر اثر پرتو، یک سری اتصالات به دست می آورد که حالت ژله ای را ایجاد می کند.»

### ❖ شفاژل در آستانه ورود به بازار

مسئول آزمایشگاه میکروبیولوژی مرکز پر تودهی یزد در پاسخ به سوال من در مورد وضعیت فروش این محصول و تفاوت هایش با نمونه های خارجی بازار نیز اظهار می دارد: «البته هنوز به مرحله فروش نرسیدیم. این نوع هیدروژل هنوز به بازار پزشکی ایران نیامده اما تقریباً در انتهای راه صنعتی شدن هستیم و اسم محصول نیز با عنوان شفاژل انتخاب شده است.» در حالی که نمونه ای از شفاژل را باز کرده و آن را روی دست من تست می کند، من رطوبت و سردی ماده ژله ای را روی دست خود احساس می کنم؛ خانم دکتر نیز توضیحات خود را ادامه می دهد: «بنابر تحقیقی که در دانشگاه علوم پزشکی شهید صدوقی یزد انجام شد، گفته شد که هیدروژل ما بهتر از نمونه خارجی است اما می شود حداقل با قطعیت گفت که چیزی از نمونه خارجی اش کمتر ندارد در حالی که قیمت آن بسیار به صرفه تر از نمونه خارجی اش است.» وی مدت زمان انجام این پروژه را ۵ سال عنوان کرده و می افزاید: «البته پروژه صنعتی شدن آن یک سال تا یک سال و نیم به طول انجامیده و با توجه به اخذ مجوزهای تولید و توزیع

خطرناک است اما این دیوارهای بتنی خروج هر نوع اشعه ای را ناممکن می سازد. هر چند او خاطر نشان می کند که این نوع ساخت و ساز مطابق استانداردهای بین المللی استفاده از این دستگاه بوده و بدون رعایت این نکات ایمنی امکان استفاده از رود ترون وجود نداشت. به اتاق رود ترون که می رسیم خود را در مقابل این همه تجهیزات و ابزار و قطعات که تازه لایه رویی آن قابل مشاهده است، می بینیم و خوشحال از این که کشورمان توانسته چنین تجهیزاتی را داشته باشد. مسئول واحد باز هم به سوالات بسیار ما پاسخ می دهد و می گوید: «ما از همین جا دوز مربوطه را کنترل می کنیم و این ربطی به سرعت الکترون ندارد و سرعت عبور جنس از الکترون باعث تنظیم دوز است.» نکته جالب این قسمت توضیح مسئول واحد در مورد تسلط متخصصان ایرانی به این فن آوری است و این که نمونه این دستگاه پیچیده را ایرانی ها ساخته اند و حتی برای تعمیر و تعویض قطعات آن نیز وابستگی به شرکت خارجی نداریم. در ادامه این بخش با عبور از چند پله به طبقه زیر زمین واحد می رسیم که در آن جا محصولات با عبور از نقاله هایی از جنس استیل ضداشعه مورد پر تودهی قرار می گیرند. آن گونه که مسئول واحد توضیح می دهد در این جا ۲ بیم لاین وجود دارد؛ یکی الکترون با سرعت 5MEV و دیگری 10MEV را به صورت خطی و متناسب با دوزی که محاسبه شده می تاباند. البته این دوز را با تنظیم سرعت عبور این اجناس منطبق می کنند. او تأکید دارد که در زمان پر تودهی نباید هیچ شخصی در این محوطه باشد، زیرا به قدری در معرض تشعشع قرار می گیرد که کمترین اثرش سرطان خون خواهد بود که به مرگ سریع فرد منجر می شود. در زمان استارت ماشین هم هیچ کسی نباید باشد و این قسمت توسط دوربین های مدار بسته کنترل می شود. وقتی از وجود دوربین ها گفت، سری چرخاندم اما اثری از آن ها نبود، وقتی علت را جویا شدم، پاسخ داد که چون اشعه ایکس دوربین ها را خراب می کند، دوربین ها نیز به واسطه آیینیهایی بزرگ محوطه را تحت نظر دارند. این جا بود که نظرم به این آیینیه ها جلب شد که بیشتر سطحشان را ماده تیره رنگی پوشانده بود که گویا ناشی از تابش اشعه ایکس بوده است.

### ❖ سوله رود ترون ایرانی

اما بعد از دیدن رود ترون بلژیکی و شنیدن این مطلب که ایرانی ها توانسته اند شبیه این دستگاه حساس و گران قیمت را در داخل تولید کنند، هیجان زیادی داشته و لحظه شماری می کردم تا این ماشین پیچیده را از نزدیک ببینم. به سوله دیگری رفتیم که گفته بودند محل رود ترون ایرانی است. این دستگاه از طریق ویدیو کنفرانس در سال ۹۲ با حضور رئیس جمهور وقت و رئیس وقت سازمان انرژی اتمی افتتاح شده و همان سیستم بتنی در اطرافش رعایت گشته، با این تفاوت که موقتی است و به جای دیوار کشتی ثابت از بلوک های سنگین و بزرگ بتنی برای جلوگیری از نفوذ اشعه های خطرناک به محیط استفاده شده است. دیدن دستگاهی کاملاً شبیه دستگاه بلژیکی (در ظاهر) و البته با اتاق کنترلی به روز تر و این که بدانی این ها را هم وطنان خودمان ساخته اند، حسی از افتخار و غرور در انسان ایجاد می کند. دیدن این دستگاه ذوق سخن گفتن با سازنده آن را دوچندان کرد.



هیدروژل می تواند به عنوان یک پانسمان استفاده شود و حسش در آن است که حدود ۹۰ درصد آن از آب تشکیل شده و در نتیجه رطوبت و اکسیژن رسانی به زخم بهتر خواهد بود و می تواند ترشحات زخم را جذب کند.

هیدروژل تولید شده در مرکز هسته ای یزد برای بهبود زخم

